

522680

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年2月5日 (05.02.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/011175 A1(51) 国際特許分類⁷:

B22D 11/10, 41/50

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2003/009655

(22) 国際出願日:

2003年7月30日 (30.07.2003)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願2002-222704 2002年7月31日 (31.07.2002) JP
特願2002-343684

2002年11月27日 (27.11.2002) JP

特願2003-47889 2003年2月25日 (25.02.2003) JP

特願2003-77905 2003年3月20日 (20.03.2003) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 品川白煉瓦株式会社 (SHINAGAWA REFRactories CO., LTD.) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 Tokyo (JP).

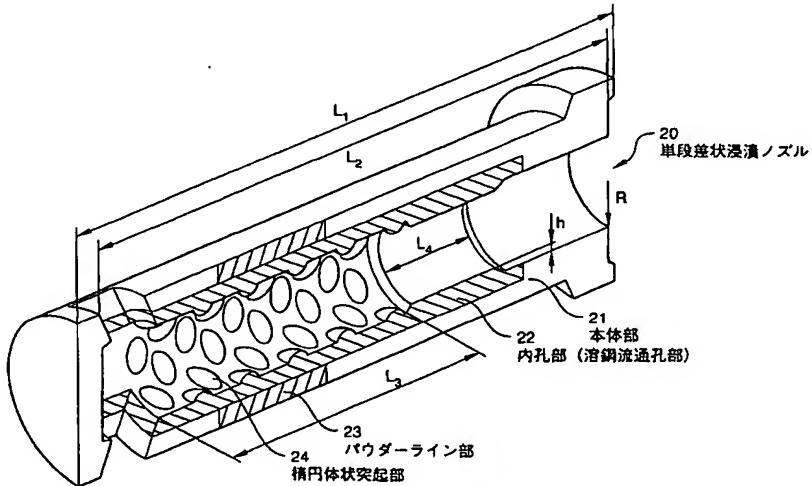
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 野村 修 (NOMURA,Osamu) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP). 高井 政道 (TAKAI,Masamichi) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP). 栗崎 勝 (KURISAKI,Masaru) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP). 荻野 秀隆 (OGINO,Hidetaka) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP). 堀内 俊男 (HORIUCHI,Toshio) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP). 井上 健祐 (INOUE,Shinsuke) [JP/JP]; 〒102-0073 東京都 千代田区 九段北四丁目 1番 7号 品川白煉瓦株式会社内 Tokyo (JP).

[統葉有]

(54) Title: CASTING NOZZLE

(54) 発明の名称: 鋳造用ノズル



24...ELLIPOIDAL BODY-LIKE PROJECTION PORTION

23...POWDER LINE PORTION

22...INNER HOLE PORTION

21...MAIN BODY PORTION (MOLTEN STEEL CIRCULATION HOLE PORTION)

20...SINGLE STEP-LIKE DIP NOZZLE

WO 2004/011175 A1

(57) Abstract: A casting nozzle capable of preventing alumina etc. from depositing and of preventing molten steel from non-uniformly flowing. The casting nozzle is characterized in that "independent plural projection portions and/or concave portions" are provided in a molten steel circulation hole portion of the casting nozzle, and the portions have dimensions satisfying "Expression (1); $H \geq 2$ mm, Expression (2); $L > 2 \times H$ mm". ("H" in the above expression is the maximum height of each of the projection portions or the maximum depth of each of the concave portions, and "L", the maximum length of a base portion of each of the projection portions or concave portions.)

[統葉有]



(74) 代理人: 宮越 典明 (MIYAKOSHI,Noriaki); 〒107-6029 東京都 港区 赤坂一丁目 12番 32号 アーク森ビル 29階 信栄特許事務所 Tokyo (JP). 添付公開書類: — 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): AU, CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明の目的は、アルミナ等の付着堆積を防止すると共に、溶鋼の偏流を防止し得る鋳造用ノズルを提供することにある。

本発明の鋳造用ノズルは、鋳造用ノズルの溶鋼流通孔部に「式(1) ; $H \geq 2\text{ m}$ m、式(2) ; $L > 2 \times H\text{ mm}$ 」を満足する寸法からなる“独立した複数の突起部及び／又は凹部”を配設することを特徴とする。[上記式中の“H”は突起部の最大高さ又は凹部の最大深さを示し、“L”は突起部または凹部のベース部の最大長さ示す。]

明細書

鋳造用ノズル

<技術分野>

本発明は、主として、浸漬ノズル、ロングノズル等の鋼の連続鋳造用ノズルに係る鋳造用ノズルに関する。

<背景技術>

鋼の連続鋳造用ノズルとしては、浸漬ノズル、ロングノズル、タンディッシュノズル、セミイマージョンノズルなどが知られている。

鋼の連続鋳造用ノズルとして、“浸漬ノズル”を例に挙げて説明すると、この浸漬ノズルの使用目的は、タンディッシュ・モールド間をシールし、溶鋼の再酸化を防止すると共に、浸漬ノズルの吐出孔からの溶鋼流を制御し、かつモールド内に均一に溶鋼を供給し、操業の安定化、鋳片品質の向上を図ることにある。

浸漬ノズルを介して溶鋼をモールド内に供給する際、その流量制御方法としては、ストッパー方式とスライドプレート方式がある。特に、スライドプレート方式では、2枚組あるいは3枚組の孔の開いたプレートの内の1枚を摺動させ、その孔の開度により流量を調節するものであるから、その開度が小さいときには、浸漬ノズル内に偏流が発生しやすい。そして、浸漬ノズル内に偏流が発生すると、各吐出孔からの吐出流量が不均一となり、モールド内に偏流が発生し、鋳片品質が低下する。

鋳片品質の向上のためには、浸漬ノズル内の偏流を防止することが重要である。この浸漬ノズル内の偏流を防止する技術としては、ノズル内孔部の形状を改善する方法が知られている。例えば、「溶鋼流通孔に複数の段差部を設けた浸漬ノズル(特許文献1)」、「溶融金属導入部分に絞り部を設け、該絞り部より吐出孔までの間を流速緩和部とした浸漬ノズル(特許文献2)」、「ノズル孔の内面に、断面円弧状をなす波形の襞が溶湯の流れる方向へ4山以上連ねて設けられ、該襞は山から

山までの間隔が4～25cmで、山から谷までの深さが0.3～2cmである連続铸造用浸漬ノズル(特許文献3)」といった“環状突起を配設すること”が提案されている。また、「内壁にらせん状の溝または突起を設けた铸造用ノズル(特許文献4)」、「内壁に、好ましくは2重または3重のらせんを設けた浸漬ノズル(特許文献5)」などのように、“らせん状の突起を配設すること”が提案されている。さらに、「溶融金属の流通路表面に半球状の凹凸部を形成したノズル(特許文献6)」、「ノズル孔の内面に、溶鋼流通方向に対して垂直方向に連続した凸部または凹部を設けた铸造用ノズル(特許文献7)」、「浸漬管の自由横断面に絞り環が配置され、この絞り環が浸漬管の自由横断面を狭くし、絞り環の縦断面が流出口に溶湯の層流が生ずるように形成され、かつ、絞り環が浸漬管内に配置されている浸漬管(特許文献8)」も提案されている。

一方、A1キルド鋼などを铸造する際、通常、浸漬ノズルの溶鋼流通孔部表面(内管表面)にアルミナを主体とした非金属介在物(以下、本明細書において、単に“アルミナ”という)が付着堆積してくる。そして、浸漬ノズルの内管表面にアルミナ付着量が多くなると、ノズル内孔部の狭窄化、铸造速度の低下、吐出流の偏流、ノズル内孔部の閉塞などを招き、操業が不安定となる。更に、付着したアルミナの一部が溶鋼流によって脱落し、モールド内に入り込んで凝固シェルに捕捉されると、大型介在物欠陥となり、铸片品質が低下することとなる。このように、浸漬ノズル内管表面の“アルミナ付着”は、他のロングノズル、タンディッシュノズルなどの铸造用ノズルにおいても同様であるが、ノズルの寿命を低下させるだけでなく、操業および铸片品質の両面に悪影響を及ぼす。

铸造用ノズルのアルミナ付着を防止する一般的な手段として、不活性ガスの吹き込み方法が知られている。この方法は、通常、スライドゲートのインサートノズルや上プレートあるいは内挿式浸漬ノズルのストッパー嵌合部から不活性ガスを吹き込む方法であるが、溶鋼清浄度が低い場合には、浸漬ノズルから直接不活性ガスを吹き込む方法も実施されている。

また、铸造用ノズルのアルミナ付着を防止するために、ノズルに適用する材質

(難アルミナ付着材質)について提案されており、例えば、浸漬ノズルの内孔部にボロンナイトライド(BN)含有材質(特許文献9)やBN-C耐火物(前掲の特許文献1)などを配設することが提案されており、また、Al₂O₃-SiO₂-C材質、CaO-ZrO₂-C材質、カーボンレス耐火物などを配設することも提案されている。

更に、鋳造用ノズル内孔部の形状面からの提案も多数なされており、例えば前掲の特許文献1～8以外に、「内壁の溶湯が衝突する部分を含む領域に、その長手方向に沿って複数の溝を形成した溶湯注入ノズル(特許文献10)」、「内壁に1本以上のらせん状の段差を設け、入口側より出口側にかけて溶融金属流路の断面積を漸次縮小した部分を有する溶融金属の誘導管(特許文献11)」、「連続鋳造用浸漬ノズルの底部にスリット状の吐出口を有し、かつ該ノズルの内部にオリフィスを有し、該オリフィスで囲まれた平断面の形状が橢円ないしは矩形又は矩形の短片側を円弧で置き換えた形状を成して、浸漬ノズル内を流動する溶融金属流を絞り込める構造とし、更に、前記オリフィスで囲まれた平断面の長辺側の方向が、前記底部のスリット状吐出口平断面の長辺側の方向と直交している連続鋳造用浸漬ノズル(特許文献12)」、「ノズル内の溶鋼を旋回流とするためのねじりテープ状の旋回羽根を備えた浸漬ノズルであって、該旋回羽根の下部でノズル内径を絞った形状の浸漬ノズル(特許文献13, 14)」等が提案されている。

[特許文献1]：実公平07-23091号公報（請求項1, 5）

[特許文献2]：特許第3050101号公報（請求項1）

[特許文献3]：特開平06-269913号公報（請求項1）

[特許文献4]：特開昭57-130745号公報（特許請求の範囲）

[特許文献5]：特開平11-47896号公報（請求項1, 2）

[特許文献6]：特開昭62-89566号公報（特許請求の範囲第1項）

[特許文献7]：実開昭61-72361号公報（第2図～第4図）

[特許文献8]：特開昭62-207568号公報（特許請求の範囲第1項）

[特許文献9]：実公昭59-22913号公報（実用新案登録請求の範囲）

[特許文献10]：特開昭63-40670号公報（特許請求の範囲第1項）

[特許文献11]：特開平02-41747号公報（特許請求の範囲）

[特許文献12]：特開平09-285852号公報（請求項2）

[特許文献13]：特開2000-237852号公報（請求項1）

[特許文献14]：特開2000-237854号公報（図1～3）

ノズル内孔部の形状に着目した前記従来技術（特許文献1～8, 10～14参照）では、部分的に乱流を生じさせることにより、溶鋼流の偏流を防止する効果がある程度は期待できる。しかし、特に、吐出孔部における“溶鋼の吐出流速分布の偏り”が生じやすく、即ちマイナスの流れ（吸い込み流）が発生したり、また、吐出孔が複数ある場合、各吐出孔からの流出量にアンバランスが生じたりする、という問題があった。

浸漬ノズルを例に挙げて更に説明すると、このノズルは、モールド内に溶鋼を均一に供給するという重要な役割を担っているが、実際には、スライドバルブによる流量制御により、ノズル内の溶鋼の流れは偏流となっており、これが吐出孔部における溶鋼の偏流を生じ、さらには、モールド内まで影響するため、鋳片品質の低下を引き起こす場合がある。また、浸漬ノズル内で偏流が発生する原因としては、スライドバルブによる流量制御以外にも、ストッパーによる流量制御や溶鋼排出時に発生する容器内溶鋼の渦が挙げられる。

上記問題は、前記従来技術で列挙したノズル内孔部の形状によっては、ある程度は改善されており、特に、前掲の特許文献1に記載されている「複数段差部付き浸漬ノズル」では、段差によってノズルの断面積が減少した部分を溶鋼が通過することによって、ある程度の偏流抑制効果が得られている。実用的に使用されている段差の高さは5mm程度であり、この段差をさらに高くすると、偏流抑制効果が向上するけれども、段差部での断面積の減少と管壁での摩擦抵抗の増加により、溶鋼通過量（スループット）が制限されるという問題があった。また、前掲の特許文献6に記載されている「溶融金属の流通路表面に半球状の凹凸部を形成したノズル」においても、溶鋼の偏流防止効果およびアルミナ付着抑制効果につ

いて、必ずしも満足するものではなかった。

ノズル内孔部内での溶鋼の偏流は、「吐出孔部での溶鋼の偏流」の原因となる。この「吐出孔部での溶鋼の偏流」について、図1の(A), (B)を参照して説明すると、図1の(A)に示す溶鋼流aは、吐出孔部(横孔タイプ)から均一に吐出せず、図示の実線矢印のように偏流する。即ち、マイナスの流れ(吸い込み流)が発生する。その結果、点線矢印のようにモールドパウダーを巻き込む可能性が生じ、铸片品質の低下の原因となる。また、この図1の(A)に示す“横孔タイプ”的ならず、図1の(B)に示す“下孔タイプ”的ストレート状浸漬ノズル10bでも、溶鋼流a'は、吐出孔部(下孔タイプ)から均一に流出せず、図示の実線矢印のように、吐出孔部で偏流が発生する。なお、図1の(A), (B)は、吐出孔部が“横孔タイプ”または“下孔タイプ”的内管ストレート状浸漬ノズル10a, 10bの「水モデル実験」によるものであるが、この現象は、前記従来技術で列挙したノズル内孔部の形状に変えてても生じるものであり、その事実は、本発明者等が行った「水モデル実験」で確認している。

さらに、A1キルド鋼などを铸造する際、突起部の配設方法によっては、浸漬ノズルの溶鋼流通孔部に配設した突起部と突起部の間隙に、アルミナが付着堆積するという問題があった。アルミナが付着し、突起間を埋めてしまうと、突起部を配設した効果が消滅し、偏流防止効果がなくなってしまうと同時に、内孔部の有効断面積を縮小してしまうため、所定のスループット(単位時間当たりに通過する溶鋼量)を確保できなくなり、操業不能に陥るといった欠点があった。

なお、铸造用ノズルのアルミナ付着を防止する前記従来技術のうち、不活性ガスの吹き込み方式では、アルミナ付着防止効果が期待できるものの、不活性ガスのバブリング攪拌作用によりノズル吐出口内面の溶損が激しくなる欠点を有し、また、発生気泡の大きさや分散性などにもよるが、ガス気泡によるピンホール欠陥が生じやすく、铸片欠陥が生じやすいという問題があった。一方、ノズルに適用する難アルミナ付着材質については、ある程度のアルミナ付着防止効果が期待

できるものの、所望の効果を発揮するとは言い難い。

＜発明の開示＞

本発明は、前記従来技術の欠点、問題点に鑑み成されたものであって、その目的とするところは、流量制御により発生する“ノズル内から吐出孔部までの溶鋼の偏流”を防止し、さらに、ノズル内孔部の特に突起間にアルミナが付着することを抑制することができる鋳造用ノズルを提供することである。

上記目的を達成するため、即ち、ノズル内孔部の偏流を抑制し、かつアルミナの付着を防止するため、本発明の第1の態様に係る鋳造用ノズルは、鋳造用ノズルの溶鋼流通孔部に、溶鋼流通方向に対して平行および垂直のいずれの方向にも非連続であって、独立した複数の突起部及び／又は凹部を配設してなる鋳造用ノズルにおいて、前記突起部及び／又は凹部は、次の式(1)及び式(2)を満足する寸法からなる、ことを特徴とする。

$$\text{式(1)} \cdots \cdots \cdots \cdots H \geq 2 \quad (\text{単位: mm})$$

$$\text{式(2)} \cdots \cdots \cdots \cdots L > 2 \times H \quad (\text{単位: mm})$$

[上記式中の“H”は、突起部の最大高さ又は凹部の最大深さを示し、

“L”は、突起部又は凹部のベース部の最大長さを示す。]

本発明の第1の態様に係る鋳造用ノズルによれば、上記のような突起部及び／又は凹部を配設することにより、その部分における溶鋼流に対して“乱流”を発生させることにより、溶鋼流通孔部内の溶鋼流の滞流、偏流を防止して、アルミナ付着を防止することができ、また、特に吐出孔部での溶鋼の偏流を防止することができ、その結果として、連続鋳造操業を容易に行うことができ、また、モールドパウダーを巻き込むようなことも無く、高品質の鋼を容易に鋳造することができる。

また、本発明の第2～第12の態様に係る鋳造用ノズルは、次の構成要件を具備することを特徴とする。

本発明の第2の態様に係る鋳造用ノズルは、前記第1の態様において、前記突起部及び／又は凹部は、次の式(3)を満足する、ことを特徴とする。

$$\text{式(3)} \cdots \cdots \cdots L \leq \pi D / 3 \quad (\text{単位: mm})$$

[上記式中の“L”は、突起部又は凹部のベース部の最大長さを示し、“D”は、突起部又は凹部を配設する前のノズルの内径(直径)を示す。(π:円周率)]

本発明の第3の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1または第2の態様において、前記突起部及び/又は凹部の配設されている範囲内の溶鋼流路内表面積が、該突起部及び/又は凹部の配設前における溶鋼流路内表面積に対して102~350%となるように配設されている、ことを特徴とする。

本発明の第4の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第3の態様のいずれか1の態様において、前記突起部及び/又は凹部は、溶鋼流通方向に対する垂直方向で、少なくとも位置をずらして千鳥状に配設してなる部分を有する、ことを特徴とする。

本発明の第5の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第4の態様のいずれか1の態様において、前記突起部及び/又は凹部は、铸造用ノズルの溶鋼流通孔部の全面または一部に配設してなる、ことを特徴とする。

本発明の第6の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第5の態様のいずれか1の態様において、前記突起部及び/又は凹部は、铸造用ノズルの少なくともメニスカス以下に配設してなる、ことを特徴とする。

本発明の第7の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第6の態様のいずれか1の態様において、溶鋼流通方向に対して平行な方向における前記突起部のベース間の間隔が少なくとも20mm以上である、ことを特徴とする。

本発明の第8の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第7の態様のいずれか1の態様において、前記突起部の高さが2~20mmである、ことを特徴とする。

本発明の第9の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第8の態様のいずれか1の態様において、前記突起部が溶鋼流通孔部に4ヶ以上配設されている、ことを特徴とする。

本発明の第10の態様に係る铸造用ノズルは、前記第1から第9の態様のいず

ズル(比較例12)の、溶鋼流通方向に対して平行な方向の突起部の断面を示す図であって、実施例10、比較例12の浸漬ノズルの「水モデル実験」の結果を説明する図である。

図10は、溶鋼流通孔部に突起部を配設した例を示す図であって、そのうち、(A)は実施例11の浸漬ノズルを、(B)は比較例13の浸漬ノズルを示す。また、(C)は、実施例11に対する「水モデル実験結果」を、(D)は比較例13に対する「水モデル実験結果」を示した図である。

図11は、実施例12～16および比較例14～18の浸漬ノズルに配設した「突起部の断面形状(溶鋼流通方向に対して平行に切断した断面形状)」を示し、さらに、「突起直下の淀みの有無」および「整流効果」を示す図である。

図12は、流体計算ソフトで、「突起の高さ(H)と突起のベース部の長さ(L)との関係」を検討した結果を示す図であって、「L=22mm」に統一し、Hについては「(A) : H=7mm, (B) : H=11mm, (C) : H=18mm」として計算した例を示す図である。

図13は、独立した突起を複数配設したノズルの、内管の展開図であって、(A)は球状突起を配設した例を示し、(B)は楕円状の突起を配設した例を示す。

図14は、独立した突起部の配設箇所を示す図であって、そのうち、(A)はメニスカスの上部に配設した例、(B)はメニスカスの上部から下部に配設した例、(C)はノズルの溶鋼流通孔部の全面に配設した例、(D)はメニスカス以下に配設した例である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明に係る鋳造用ノズルの形態について説明するが、それに先立って、本発明で特定する前記式(1)及び式(2)の技術的意義を含めて、本発明に係る鋳造用ノズルについて、さらに詳細に説明する。

本発明において、式(1)で、突起部の最大高さ又は凹部の最大深さ(H)を「 $H \geq 2\text{ (mm)}$ 」とする理由は、前記した作用効果、特に、突起部及び／又は凹部(以下、単に“凹凸部”ともいう)の配設部分における溶鋼流に対し“乱流”を発生さ

せて、溶鋼流通孔部内での溶鋼流の滞流、偏流を防止し、アルミナ付着を防止するためである。最大高さ又は最大深さ(H)が2mm未満では、凹凸部での溶鋼流に対する“乱流”を発生させ難く、また、整流効果も得られ難く、アルミナ付着抑制効果を生じ難くなるので好ましくない。

ここで、突起部の最大高さ又は最大深さ(H)が2mm未満である場合、上記効果が生じ難いことを、後記比較例5に基づいて具体的に説明する。比較例5は「H=1mm」のノズルであり、このノズルの水モデル実験において、後記図3に示すように(比較例5の欄参照)、左右の吐出流に偏流が認められ、また、吐出孔部の流速測定結果でも、マイナス流(吸い込み流)が認められた。実機でのテストでも、内管へのアルミナ付着が“10mm”と多量であり(後記図3の“比較例5”の欄参照)、従って、「H=1mm」では、突起を配設した効果が認められないことが判る。

また、本発明において、式(2)で、ベース部の最大長さ(L)を「 $L > 2 \times H (mm)$ 」とする理由は、①：突起下方における淀みの発生を防止するためであり、また、②：溶鋼流の衝突による突起の脱落を防止するためである。このベース部の最大長さ(L)が「 $2 \times H (mm)$ 」以下では、上記①および②の効果が得られ難く、そして、“溶鋼の偏流防止効果”が得られ難いので好ましくない。

上記「①：淀みの発生防止効果」を確認するため、図12に、流体計算ソフトで“突起の高さ(H)と突起のベース部の長さ(L)との関係”を検討した結果を示す。ここでは、突起のベース部の長さ(L)を「 $L = 22mm$ 」に統一し、突起の高さ(H)を「(A) : H = 7mm, (B) : H = 11mm, (C) : H = 18mm」として計算した例を示す。図12から明らかなように、「式(2) : $L > 2 \times H (mm)$ 」を満たす図12の(A)では、突起の上下に淀み部が認められないのに対し、この式(2)を満たさない図12の(B), (C)では、淀み部64が認められる。これはつまり、突起の高さ(H)とベース部の長さ(L)の関係が「 $L > 2 \times H$ 」を満たしていない場合、淀み部64が発生し、実機での鋳造時には、ここにアルミナが堆積(付着)することが予想される。[なお、図12中、61はノズル本体(内管側稼動面)を、

62 は突起部を、 63 は流体計算結果(溶鋼の流れ)を、 それぞれ示す。】更に、突起の高さ(H)とベース部の長さ(L)の関係「式(2)： $L > 2 \times H$ 」について、後記実施例および比較例に基づき、具体的に説明すると、「式(2)： $L > 2 \times H$ 」の関係を満たしていない比較例 3, 4, 6, 7, 8 では、アルミナ系介在物が“5～7 mm”も付着しているが(後記図 3 参照)、実施例 1～8 では、いずれも“3 mm 以下”と良好であった(後記図 2 参照)。

また、前記「②：突起の脱落防止」、つまり“突起の強度”に関して、後記実施例および比較例に基づき、具体的に説明すると、実機での鋳造後品において、「式(2)： $L > 2 \times H$ 」を満たす実施例 1～8 では、いずれも、溶鋼流の衝突による突起の損傷(脱落)が認められなかった(後記図 2 参照)。一方、比較例 3, 4, 6, 7 では、突起の脱落が認められた(後記図 3 参照)。これら比較例は、いずれも「式(2)： $L > 2 \times H$ 」を満たしておらず、突起の強度確保のためにも、「 $L > 2 \times H$ 」を満たすことが重要である。なお、図 2(実施例 1～8)および図 3(比較例 1～8)において、突起の高さ(H)とベース部の長さ(L)の関係を「 L/H 」で表しているが、本発明で特定する「式(2)： $L > 2 \times H$ 」を満たすためには、「 L/H 」が 2 を超える値(2 <)であることを必要とする。

本発明にかかる鋳造用ノズルは、前記式(1)および式(2)を満足する寸法の突起部及び／又は凹部であれば、その形状について特に限定するものではなく、半球状、楕円形状、略多角錐形状のものを任意に使用することができ、また、これらの形状を適宜組み合わせて配設することもできる。なお、本発明において、「略多角錐形状」とは、3つ以上の線分で形成されるものであって、その先端部が鋭角状、平面状又は曲面状であり、その稜線が直線または曲線である形状のものを意味する(例えば、後記図 2 に示す実施例 6～8 の“突起の形状”参照)。

本発明に係る鋳造用ノズルは、前記式(1)および式(2)を満足する寸法からなることを特徴とするが、その好ましい実施の形態としては、更に、凹凸部のベース部の最大長さ L (mm)を、凹凸部を配設する前のノズルの内径 D (mm)の円周長さの 1/3 以下であること、即ち、次の式(3)を満たす場合である。

れか 1 の態様において、溶鋼流通方向に対して平行な方向における“ノズル内管と前記突起部の下端部の成す角度”が 60° 以下である、ことを特徴とする。

本発明の第 11 の態様に係る铸造用ノズルは、前記第 1 から第 10 の態様のいずれか 1 の態様において、前記突起部は、铸造用ノズルの本体と一体成形されている、ことを特徴とする。

本発明の第 12 の態様に係る铸造用ノズルは、前記第 1 から第 11 の態様のいずれか 1 の態様において、前記铸造用ノズルは、鋼の連續铸造用浸漬ノズルである、ことを特徴とする。

<図面の簡単な説明>

図 1 は、浸漬ノズルの吐出孔部における溶鋼の偏流を説明するための模式図であって、図 1 の(A)は、内管ストレート状の浸漬ノズル(横孔タイプ)の模式図であり、同(B)は、内管ストレート状の浸漬ノズル(下孔タイプ)の模式図である。

図 2 は、本発明の実施例 1 ~ 8 を示す図である。

図 3 は、比較例 1 ~ 8 を示す図である。

図 4 は、本発明の一実施形態(実施例 1)である浸漬ノズルの断面斜視図である。

図 5 は、本発明の一実施形態(実施例 2)である浸漬ノズルの断面斜視図である。

図 6 は、水モデル実験装置の吐出流速の測定ポイント①~⑨を説明する図であって、(A)は、該装置の右側下部分を示す断面図であり、(B)は、(A)の吐出孔面 x の開口形状を示す図である。

図 7 は、図 6 のポイント①~⑨で測定した比較例 1 および実施例 1 の浸漬ノズルにおける“吐出流速の測定結果”を示す図である。

図 8 は、溶鋼流通孔部に突起部を配設した一例(実施例 9)を示す図であって、溶鋼流通孔部方向に平行な方向に縦割りにした図である。

図 9 は、実施例 10 および比較例 11, 12 の浸漬ノズルを説明する図である。そのうち、(A)は実施例 10 の浸漬ノズルを、(B)及び(C)は比較品 11, 12 の浸漬ノズルを示す図であって、溶鋼流通方向に平行な方向に縦割りにした断面図である。また、(D)は(A)の浸漬ノズル(実施例 10)の、(E)は(C)の浸漬ノ

$$\text{式(3)} \cdots \cdots \cdots L \leq \pi D / 3 \quad (\text{単位: mm})$$

[上記式中の“L”は、突起部又は凹部のベース部の最大長さを示し、“D”は、突起部又は凹部を配設する前のノズルの内径(直径)を示す。(π:円周率)]

ここで、前記式(3)の作用効果について、図13に基づき具体的に説明する。

図13は、独立した突起を複数配設したノズルの、内管の展開図であって、(A)は、球状突起を配設した例(前記式(3)を満たす例)であり、(B)は、楕円状の突起を配設した例(前記式(3)を満足しない例)である。透明なアクリル製ノズルで水モデル実験を行った結果、図13の(A)および(B)中の“矢印”で示される流れが確認された。

図13の(A)は、前記「式(3): $L \leq \pi D / 3$ 」を満足する配設例であるが、この場合、一つの突起の直下では、隣の突起からの斜め方向の流れがスムーズに行き渡るため、淀み部が発生しない。それに対して、前記式(3)を満足しない図13の(B)の配設例では、一つの突起の直下に、隣の突起からの斜め方向の流れが到達し難いため、それぞれの突起直下に淀み部が発生していた。

落下する溶鋼流は、突起に衝突することで流れの方向が変わり、局部的な乱流を生じるわけであるが、一つの突起の直下には、物理的に元々溶鋼流が行き渡り難い。そのため、隣の突起に衝突した溶鋼流、あるいは、斜め下の突起による誘導・反転流の存在が重要となる。独立した突起とは反対に、従来の段差構造のノズル(前掲の特許文献1参照)を考えてみると、この段差は、環状突起の部類に含まれ、この環状突起の直下では溶鋼流が停滞するため、淀み部が発生し、実機使用時には、ここにアルミナ系介在物が堆積し易い欠点があった。この点を改善するためにも、凹凸部のベース部の最大長さ(L)は考慮するべきものであり、本発明者等は、水モデル実験の結果から、前記「式(3): $L \leq \pi D / 3$ 」を満足することが好ましいことを見出した。[なお、薄スラブ連鉄機等に使用するオーバル形状(ノズルの上部は通常円形であるが、下部が楕円形や長方形に拡大している形状)の場合は、「D」は、内管下部の拡大している部位の最大内径とする。]

本発明の凹凸部の溶鋼流通孔部への配設により、配設する前の基準構造に比べて、溶鋼流路内表面積が変化する。配設後の溶鋼流路内表面積としては、配設前のそれに対して102～350%が好ましい。より好ましくは105～300%であり、さらに、105～270%が最適である。102%未満では、本発明で特徴とする突起部及び／又は凹部の配設による所望効果が得られ難く、また、350%を超える場合、溶鋼流通孔内が狭くなり、充分な溶鋼流量が確保し難いので好ましくない。

本発明で特徴とする突起部及び／又は凹部のノズル内孔部への配設としては、特に限定するものではないが、溶鋼流通方向に対する垂直方向で、位置をずらして千鳥状に配設するのが好ましい。即ち、本発明に係る鋳造用ノズルの好ましい実施の形態としては、突起部及び／又は凹部を、溶鋼流通方向に対する垂直方向で、少なくとも位置をずらして千鳥状に配設してなる部分を有する場合である。

また、本発明で特徴とする突起部及び／又は凹部は、ノズルの溶鋼流通孔部の全面または一部（例えばノズル吐出孔の上端部から上部中央部まで）に配設することができ、その配設位置について限定するものではないが、特に、少なくともメニスカス（モールド内の溶鋼の表面または水面）以下、即ち、浸漬部に配設されていることが望ましい。

以下に、本発明で特徴とする突起部及び／又は凹部の、好ましい配設位置について説明する。本発明者等は、図14に示す浸漬ノズル(A)～(D)を使用して、水モデル実験を行った。測定項目としては、図6に示した方法(後記参照)にて、吐出孔からの流速をプロペラ流速計51にて測定した。その結果、浸漬ノズル71のメニスカス72より上部にのみしか突起74を配設していない図14の(A)では、左側の吐出孔73の流速測定ポイントのうち、2ポイントにてマイナス流(吸込み流)が認められた。しかし、少なくともメニスカス72以下、即ち、浸漬部にまで突起74が配設されている図14の(B)～(D)では、全くマイナス流が認められなかった。このことにより、突起74の配設位置としては、メニスカス72以下、すなわち、浸漬部にまで突起74を配設することが好ましいことが判る。

本発明において、溶鋼流通方向に対して平行な方向(縦方向)では、突起のベース間の間隔E(図8参照)は、少なくとも20mm以上、すなわち、最短な部位でも20mm以上であることが好ましい。溶鋼流通方向に対して平行な方向(縦方向)の突起間の間隔Eは、突起の高さHが20mmまでの範囲では、間隔Eが20mm以上確保されていれば、この突起間に淀み部が発生することもなく、したがって、この突起間にアルミナが付着することもない。上記間隔Eは、25mm以上が好ましく、より好ましくは、30mm以上である。なお、スループット(単位時間当たりに通過する溶鋼量)を確保するためには、突起部の高さH(図8参照)は、20mm以下であることが好ましい。

また、本発明において、鋳造用ノズルの溶鋼流通孔部には、4ヶ以上の突起部を配設することが好ましい。突起部が3ヶ以下では、溶鋼流通孔部を流下する溶鋼を整流化する効果が期待できず、偏流を引き起すこととなり易い。

本発明の鋳造用ノズルは、高さが2mm以上(好ましくは、2~20mm)の突起部を配設する場合において、溶鋼流通方向に対して平行な方向(即ち縦断面)における“ノズル内管と突起の下端部の成す角度”、すなわち、「突起部下端の角度」は、60°以下であることが好ましい。[上記“ノズル内管”とは、突起を配設する前の元々の内管壁面を指し、この内管壁面と突起の下端部の成す角度を、本明細書中では「突起部下端の角度」と呼称する。]

この「突起部下端の角度」を図示すると、例えば図9の(D), (E)に示す“ θ ”に相当する。また、溶鋼流通方向に対して平行な方向(即ち縦断面)における突起の下部の形状が円弧の場合においては、「突起部下端の角度」は、円弧下端部における接線の角度とする(図11の実施例16の“ θ ”参照)。「突起部下端の角度」が60°以下の範囲では、突起部直下に淀み部が発生することもなく、従って、この突起部直下にアルミナが付着することもない。図9の(D), (E)に流体計算結果例を示す。なお、図9の(D)は、「 θ : 45°」の例であり、図9の(E)は、「 θ : 70°」の例である。「突起部下端の角度 θ 」が60°を超えると、図

9の(E)に示すように、突起部直下に淀み部43が発生する。

「突起部下端の角度θ」は“60°以下”が好ましいが、図11の実施例14, 15に示すように、下端部が2mm未満の高さh(ノズル内管中心方向への高さh)であればこの範囲を外れていても良く、その際には、その部位の直上の角度が60°以下であれば良い。なお、「突起部下端の角度θ」は、50°以下が好ましく、より好ましくは40°以下、更に好ましくは30°以下の範囲である。

本発明における突起部は、鋳造用ノズルの本体と一体成形されていることが好ましい。一体成形でない嵌め込み式等の場合は、突起部と本体の隙間に溶鋼や鋼中介在物が入り込み、突起部の脱落につながることが懸念されるため、好ましくない。

次に、本発明に係る鋳造用ノズルの実施の形態について、図4および図5に基づいて説明する。図4は、本発明の一実施形態である浸漬ノズルの断面斜視図であって、単段差付浸漬ノズル20の内孔部(溶鋼流通孔部)22に複数の橢円体状突起部24を配設した例であり、図5は、本発明の他の実施形態である浸漬ノズルの断面斜視図であって、ストレート状浸漬ノズル30の内孔部(溶鋼流通孔部)32に複数の球面状突起部34を配設した例である。なお、図4, 図5において、21, 31は本体部、23, 33はパウダーライン部を示す。また、 L_1 は浸漬ノズルの全長、 L_2 は内孔部の全長、 L_3 は突起部を配設する箇所の長さ、 L_4 は段差の長さ、 h は段差の高さ、 R は内孔部の半径をそれぞれ示す。

上記の橢円体状突起部24を配設した単段差付き浸漬ノズル20および球面状突起部34を配設したストレート状浸漬ノズル30に対して、従来の不活性ガスの吹き込み方式を併用することもでき、これによって、アルミナ付着に対する不活性ガスの吹き込み方式の効果が改善される。この併用も本発明に包含されるものである。

以上、主に図4, 図5に図示するような“横孔タイプ”的浸漬ノズルに本発明を適用する例について説明してきたが、前掲の図1の(B)に図示するような“下

孔タイプ”の浸漬ノズルや、それ以外にも、“ノズル内径が吐出孔部に向けて縮小したタイプ”や“吐出孔部に向けて断面が扁平になっていくタイプ”的浸漬ノズルにも適用できる。また、従来から知られている“連続した段差を有する浸漬ノズル”にも適用可能である。

さらには、浸漬ノズルのみならず、ロングノズル、タンディッシュノズル、セミイマージョンノズル、整流ノズル、チェンジノズル、取鍋ノズル、インサートノズル、注入ノズル等の各種铸造ノズルにも適用可能であり、流通孔内面への付着物の付着防止、流通孔内での整流化に効果がある。特に、吐出孔部が湯面より高い位置にあるノズルでは、吐出孔から出た溶鋼がスプレーのように拡散し（いわゆる「湯が散る」）、更には、散った溶鋼が地金として周辺の設備に付着し、その除去に労力をさかねばならないという問題がある。これらの問題に対しても、本発明を適用することで、前記効果の結果として、“湯の散り”が低減できるため、作業性が改善される。

本発明で特徴とする“突起部及び／又は凹部”的材質については、本発明では限定されるものではなく、自明の材質を任意に適用することができる。これらを列挙すると、 Al_2O_3-C 系、 $MgO-C$ 系、 $Al_2O_3-MgO-C$ 系、 $Al_2O_3-SiO_2-C$ 系、 $CaO-ZrO_2-C$ 系、 ZrO_2-C 系などのカーボン含有耐火物や、 Al_2O_3 系、 MgO 系、スピネル系、 $CaO-ZrO_2$ 系などのカーボンレス耐火物を挙げることができる。

＜実施例＞

以下、本発明の実施例を比較例と共に挙げ、本発明を具体的に説明するが、本発明は、以下の実施例1～16によって限定されるものではない。

＜実施例1（図4参照）＞

本実施例1は、単段差付浸漬ノズルの内孔部に複数の橢円体状突起部を配設した例であって、次の浸漬ノズルを作製した（前掲の図4参照）。

- ・浸漬ノズルの形状：長さ(L_4)；120mm、高さ(h)；5mmの単段差付浸漬ノズル
：浸漬ノズルの全長 $L_1 = 800\text{ mm}$

：内孔部の全長 $L_2 = 770\text{ mm}$

：内孔部の半径 $R = 40\text{ mm}$

・浸漬ノズルの材質：本体部 黒鉛；25wt%， Al_2O_3 ；50wt%， SiO_2 ；25wt%

：ハウダーライン部 黒鉛；13wt%， ZrO_2 ；87wt%

：内孔部 カーボン；5.5wt%， Al_2O_3 ；94.5wt%

・橿円体状突起部：配設位置 吐出孔の上端部から上部方向へ350mmの長さ
で配設 ($L_3 = 350\text{ mm}$)

：配設数 54個

：最大高さ 8mm

：ベース部の最大長さ 32mm

：材質 浸漬ノズルの内孔部と同一の低カーボン材質

(橿円体状突起部配設による配設部位の、ノズル内孔部表面積の“配設前の
前記部位のノズル内孔部表面積”に対する増加率：116%)

＜比較例1＞

前記実施例1において、橿円体状突起部を配設しない浸漬ノズルを作製し、こ
れを比較例1の浸漬ノズル（実施例1に対応する比較品）とした。

（水モデル実験）

前記実施例1および比較例1の各浸漬ノズルを使用して、水モデル実験を実施
した。水モデル実験は、図6に示すように、プロペラ流速計51を用い、各浸漬ノ
ズル50の吐出孔からの吐出流速を測定した。なお、図6は、水モデル実験装置の
吐出流速の測定ポイント①～⑨を説明する図であって、(A)は、該装置の右側下
部分を示す断面図であり、(B)は、(A)の吐出孔面xの開口形状を示す図である。
実験は、浸漬ノズル50の溶鋼通過量(スループット)：3(ton/分)，5(ton/分)，
7(ton/分)に相当する水量となるように水量を調整し、2個のプロペラ流速計51
を用い、左右の吐出孔からの吐出流速を同時に測定した。図7に吐出流速の測定
結果を示す。

水モデル実験の結果、比較例1の単段差浸漬ノズルを使用した水モデル実験で
は、図7に示すように、スループットが3(ton/分)，5(ton/分)の場合、左右の

どちら側の吐出孔からの吐出流速においても、“マイナスの流れ(吸い込み流)”が発生していた。これに対して、単段差浸漬ノズルの内孔部に楕円体状突起部を設けた実施例1の浸漬ノズルでは、マイナスの流れは生じておらず、また、吐出流速のバラツキも小さくなっていた。

マイナスの吐出流速が生じた場合、モールド内に投入されるモールドパウダーを巻き込む危険性があり、吐出孔周辺部が溶損するという問題が発生するが、実施例1の浸漬ノズルでは、そのようなマイナス流の発生が解消される。また、比較例1の単段差付浸漬ノズルでは、左右の吐出孔からの吐出流速の差が大きいが、実施例1の浸漬ノズルでは、その差が少なくなっており、より均等な吐出流が得られている。

<実施例2(図5参照)>

本実施例2は、ストレート形状浸漬ノズルの内孔部に複数の球面状(球状)突起部を配設した例であって、次の浸漬ノズルを作製した。(前掲の図5参照)

・浸漬ノズルの形状：内管ストレート状浸漬ノズル

：浸漬ノズルの全長 $L_1 = 900\text{ mm}$

：内孔部の全長 $L_2 = 870\text{ mm}$

：内孔部の半径 $R = 45\text{ mm}$

・浸漬ノズルの材質：本体部 黒鉛；25wt%， Al_2O_3 ；50wt%， SiO_2 ；25wt%

：パウダーライン部 黒鉛；13wt%， ZrO_2 ；87wt%

・球面状(球状)突起部：配設位置 吐出孔の上端部から上部方向へ450mmの長さで配設 ($L_3 = 450\text{ mm}$)

：配設数 70個

：最大高さ 10mm

：ベース部の最大長さ 27mm

：材質 浸漬ノズルの本体部と同一材質

(球面状突起部配設による配設部位の、ノズル内孔部表面積の“配設前の前記部位のノズル内孔部表面積”に対する増加率：114%)

<比較例 2 >

前記実施例 2において、球面状(球状)突起部を配設しない浸漬ノズルを作製し、これを比較例 2 の浸漬ノズル(実施例 2 に対応する比較品)とした。

(水モデル実験)

実施例 2 および比較例 2 の浸漬ノズルについて、前記実施例 1 および比較例 1 の浸漬ノズルと同様に、水モデル実験を実施した。その結果は、前記実施例 1 および比較例 1 の浸漬ノズルに対する前記水モデル試験結果と同様であった。

また、実施例 1, 2 の前記水モデル実験結果に基づき、実施例 1, 2 の浸漬ノズルを実用試験した。その結果、モールド内での溶鋼の偏流が抑制されると共に、ノズル内孔部のアルミナ付着が防止され、その有効性が確認された。

<実施例 3～8, 比較例 3～8(図 2, 図 3 参照)>

前記実施例 1, 2 および比較例 1, 2 の他に検討した例(実施例 3～8, 比較例 3～8)を、前記実施例 1, 2 および比較例 1, 2 を含めて、一覧表にして図 2(実施例), 図 3(比較例)に示す。なお、実施例 3～8, 比較例 3～8 の各ノズルの形状及び材質は、ノズル内孔部の直径(D)を除いて、前記実施例 2 と同一とした。

図 2, 図 3において、「 L/H 」, 「 $\pi D/L$ 」で表示しているが、「 L/H 」の値が「2を超える値(2 <)」であれば、「式(2): $L > 2 \times H$ 」を満たすことになり、また、「 $\pi D/L$ 」の値が「3以上の値(3 \leq)」であれば、「式(3): $L \leq \pi D/3$ 」を満たすことになる。また、図 2, 図 3 に、突起の形状を「略形状図」として図示した。(「球状」と「楕円状」との描き分けが困難であるため、比較例 3 の球状突起を除き、両者を同一形状として図示した。)

図 2, 図 3 中の「表面積増加率(%)」とは、“突起配設前のノズル内孔部表面積”に対する“突起配設後のノズル内孔部表面積”の増加率を示す。具体的には、最上部(嵌合部側)の突起の開始点から、最下部(底部)の突起の終了点までの区間ににおける表面積の増加率を指す。

また、「偏流の程度」とは、水モデル実験時において、上ノズル(タンディッシュ

上ノズル)から空気を 10 L/分で吹き込み、吐出流の流れを確認し易くした上で、観察し評価したものである。例えば、比較例 2 の場合、「偏流の程度」は「大」であるが、これは、左側の吐出流が下向きに約 45° の角度で吐出し、モールド下端まで深く潜り込んでいるのに対し、右側の吐出流は下向きに約 10° の角度で吐出し、モールド短辺に勢いよく衝突し、この反転流(上昇流)により、モールド右側の短辺近傍のメニスカス(水面近傍)が盛り上っている状態を示す。つまり、左右の吐出流が均等でないことを“偏流”と呼び、この左右の差に応じて簡易的に一覧表に示したものである。

図 2、図 3 中の「突起の強度」とは、実機で使用された浸漬ノズルを回収し、切断して突起の状態を確認したものであり、「OK」とは、溶鋼流の衝突による突起の損傷(脱落)が全く無かったもの、「NG」とは、一部でも突起の損傷が認められたものを指す。また、「内管へのアルミナ付着(mm)」とは、上記と同様、実機での使用後品を回収し、最大アルミナ付着厚みを測定した結果であり、通常 3 mm 程度までの付着であれば操業上問題はないが、5 mm を超えるとスループット(一定時間あたりに管内を通過する溶鋼量)が確保できない、あるいは、付着の状態により片流れが発生し、鋳片品質が低下するといった問題を引き起こす。

図 2、図 3において、「総合評価」とは、水モデル実験時の「偏流」、「マイナス流」、実機使用時における「突起の強度」に全く問題が無く、かつ、「内管へのアルミナ付着量」が 1 mm 以下のものを“◎”、3 mm 程度のものを“○”として示した。この“◎”または“○”として評価されたものは、従来品と比較しても優れた効果を示したものである。また、“×”として評価されたものは、水モデル実験時の「偏流」、「マイナス流」、実機使用時における「突起の強度」のいずれかに問題があったものであり、そのため、「内管へのアルミナ付着量」が 5 mm 以上という結果になったものである。特に、比較例 3、4 では、水モデル実験での評価には問題が無かったにもかかわらず、実機使用時における突起の脱落により、突起を配設していないのと同じ状態となり、結果として、アルミナが多量に付着したものである。

[なお、注釈として、比較例 1 の略形状図は、ストレートの内管に対して配設される段差の凸部のみを描いたものである。この場合の「ベース部の最大長さ (L)」

は、この図の外周長さを指し、これは、つまり元々のストレートの“内管の内周長さ”と同じである。]

<実施例9、比較例9、10（図8参照）

：アクリル製浸漬ノズルによる実験例>

本実施例9及びこれに対応する比較例9、10を、図8を参照して説明する。なお、図8は、溶鋼流通方向に平行な方向に縦割りにした図である。

内径 ϕ 80mmのアクリル製浸漬ノズル81に、高さ $H=10mm$ 、溶鋼流通方向に対して垂直な方向（横方向）における最大ベース部の長さ $L_5=30mm$ の橜円状突起部82を配設し、水モデル実験を行った。

本実施例9は、溶鋼流通方向に対して平行な方向（縦方向）における突起部と突起部のベース部の間隔Eを20mmとしたものである。一方、比較例9は、突起部82を配設しないストレートノズルであり、比較例10は、間隔E=10mm（本発明で特定する範囲外）で突起部（実施例9と同様、 $H=10mm$ 、 $L=30mm$ の橜円状突起部82）を配設したもの用いた。

スループット：5steel·T/min相当で、内孔部の水の流れを目視で確認した結果、実施例9は、突起部直下にも水が流れ、淀み部がないことが確認されたが、比較例10は、突起部直下には水が流れておらず、淀み部が存在していた。

続いて、実施例9および比較例9、10の最大スループットを測定した。これは、浸漬ノズルの上部に取付けているスライドバルブを全開にし、水を循環させるポンプ近傍にある流量調整バルブを調整することで、モールド内の水面を所定の高さ（吐出孔上端から上に250mmの位置）に安定させ、この時の流量をフロート式流量計にて測定したものである。結果は、ストレートノズルの比較例9が最大スループット：1200L/minまで流れたのに対し、比較例10では850L/minしか流れなかった。これに対して、実施例9では、1150L/minと、突起部を配設した影響が僅かに認められるが、実機操業上、影響が無い程度にとどまることができた。これは、実施例9は、 $H=20mm$ と必要な間隔を確保していたため、突起部直下にも水が流れ、スループットを確保することができたのに対し、比較例

10は、 $H = 10\text{ mm}$ しかないと、突起部直下には水が流れず、つまり内孔そのものを全体的に縮径してしまったのと同じ状態になってしまったためと考えられる。なお、この比較例10のように、突起部直下に流体が流れないと、ここは淀み部となり、実機ではアルミナが付着するものと考えられる。

<実施例10、比較例11、12（図9参照）

：アクリル製浸漬ノズルによる実験例>

実施例10及び比較例11、12について、図9の(A)～(E)を参照して説明する。なお、図9の(A)は、実施例10の浸漬ノズルを、図9の(B)および(C)は、比較例11および12の浸漬ノズルを、それぞれ示した図であって、それらは、いずれも溶鋼流通方向に平行な方向に縦割りにした図である。また、図9の(D)は、同(A)の浸漬ノズル(実施例10)の、図9の(E)は、同(C)の浸漬ノズル(比較例12)の、溶鋼流通方向に対して平行な方向の突起部の断面を、それぞれ示した図であって、実施例10、比較例12の浸漬ノズルの「水モデル実験」の結果を説明するための図である。

実施例10について図9の(A)、(D)を参照して説明すると、本実施例10は、内径 $\phi 80\text{ mm}$ の透明なアクリル製浸漬ノズル40aに、高さ $H = 10\text{ mm}$ 、突起部下端の角度 $\theta = 45^\circ$ の突起部41aを配設した例である。また、比較例11は、図9の(B)に示すように、突起部を配設しない浸漬ノズル(ストレートノズル)40bであり、比較例12は、図9の(C)に示すように、高さ $H = 10\text{ mm}$ 、突起部下端の角度 $\theta = 70^\circ$ の突起部41cを配設した浸漬ノズル40cである。なお、実施例10の突起部41aおよび比較例12の突起部41cは、いずれも環状に連続しておらず、溶鋼流通方向に対して垂直な一面上に4ヶ、溶鋼流通方向に対して平行な方向に3段の合計12ヶ配設した。

（水モデル実験）

実施例10及び比較例11、12の各浸漬ノズルに対して「水モデル実験」を行った。まず、スループット：5 steel T/min 相当で内孔部の水の流れを目視で確認した結果、実施例10の浸漬ノズル40aは、突起部41aの直下にも水が流れ、

淀み部がないことが確認された〔図9(D)の“水の流れ42a”参照〕。これに対して、比較例12の浸漬ノズル40cは、突起部41cの直下には、水がスムーズに流れおらず、淀み部43が存在していた〔図9(E)の“水の流れ42b”参照〕。

続いて、実施例10及び比較例11, 12の各浸漬ノズルにおける最大スループットを測定した。これは、浸漬ノズルの上部に取付けているスライドバルブを全開にし、水を循環させるポンプ近傍にある流量調整バルブを調整することで、モールド内の水面を所定の高さ(吐出孔上端から上に250mmの位置)に安定させ、この時の流量をフロート式流量計にて測定したものである。測定結果は、比較例11の浸漬ノズル(ストレートノズル)40bでは、最大スループット: 1200L/minまで流れたのに対し、比較例12の浸漬ノズル40cでは、1080L/minしか流れなかつた。一方、実施例10の浸漬ノズル40aでは、1170L/minと、突起部41aを配設した影響が僅かに認められるが、実機操業上、影響が無い程度にとどまることができた。これは、実施例10では、突起部下端の角度が45°であって、必要な角度を確保していたため、突起部41aの直下にも水が流れ、スループットを確保することができたのに対し、比較例12では、突起部下端の角度θが70°と大きいため、突起部41cの直下には、水がスムーズに流れず、つまり内孔そのものを全体的に縮径してしまったのと同じような状態になってしまったためと考えられる。この比較例12のように、突起部直下へ流体がスムーズに流れないと、ここは淀み部43となり、実機ではアルミナが付着することが経験的に判明している。

＜実施例11, 比較例13（図10参照）

：アクリル製浸漬ノズルによる実験例＞

実施例11および比較例13を、図10の(A)～(D)を参照して説明する。なお、図10の(A)は、実施例11の浸漬ノズルを、図10の(B)は、比較例13の浸漬ノズルを、それぞれ示した図であって、それらは、いずれも溶鋼流通方向に平行な方向に縦割りにした図である。また、図10の(C)は、同(A)の浸漬ノズル(実施例11)の、図10の(D)は、同(B)の浸漬ノズル(比較例13)の、吐

出流を説明するための概略図である。

実施例 1 1 は、図 1 0 の (A) に示すように、内径 $\phi 70\text{ mm}$ の透明なアクリル製浸漬ノズル 90 a に、高さ : 13 mm, 突起部下端の角度 : 35° の突起部 91 a を、溶鋼流通方向に対して垂直な一面上に 4ヶずつ 4段、合計 16ヶ配設した例である。一方、比較例 1 3 は、図 1 0 の (B) に示すように、実施例 1 1 と同じ縦断面形状を有する突起部ではあるが、溶鋼流通方向に対して垂直な一面上では連続した環状の突起部 91 b であり、これを 4段配設した浸漬ノズル 90 b である。

(水モデル実験)

実施例 1 1 および比較例 1 3 の各浸漬ノズルに対して「水モデル実験」を行った。水モデル実験の条件としては、図 1 0 の (C), (D) に示すように、スライドプレート 93 は 3枚式で、中プレートをモールド 94 の長辺と平行に摺動させて流量を制御し、スループット 4 steel T/min 相当で行った。また、モールド 94 内の水 96 の流れが観察しやすいように、スライドプレート 93 の直上に設置した上ノズル 92 から、空気を 5 L/min で吹き込んだ。

実施例 1 1 の結果を図 1 0 の (C) に、比較例 1 3 の結果を図 1 0 の (D) に示す。これは吐出孔から吐出されたモールド 94 内での水の流れ、即ち、吐出流 95 a, 95 b を簡易的に図示したものである。突起部が独立突起である実施例 1 1 の浸漬ノズル 90 a では、モールド 94 内の水の流れ [吐出流 95 a] がほぼ左右均等で安定していたのに対し、突起部が環状突起である比較例 1 3 の浸漬ノズル 90 b では、右側の吐出流 96 b が左側より深く潜りこんでおり、偏流を解決できていないことが判ることから、溶鋼流通方向に対して垂直な一面上において連続した環状突起より、独立した突起の方が好ましいことが判る。

<実施例 1 2～1 6, 比較例 1 4～1 8 (図 1 1 参照)

：アクリル製浸漬ノズルによる実験例 >

図 1 1 に、実施例 1 2～1 6, 比較例 1 4～1 8 の浸漬ノズルに配設した「突起部の断面形状(溶鋼流通方向に対して平行に切断した断面形状)」を示した。このうち、実施例 1 4, 1 5 の突起部は、その下端部高さ(ノズル内管中心方向への

高さ h)を1 mmとした例である。なお、実施例12～16、比較例14～18の浸漬ノズルは、いずれも内径 $\phi 80$ mmの透明なアクリル製浸漬ノズルであり、また、最大高さ8 mmの突起部を配設した例である。

(水モデル実験)

実施例12～16、比較例14～18の浸漬ノズルに対して、「水モデル実験」を行った。その結果を図11に表示した。図11から明らかなように、「突起部下端の角度 $\theta = 60^\circ$ 以下」の範囲内の実施例12、13、16の浸漬ノズルでは、いずれも、突起部の直下に淀みが認められず、かつ良好な整流効果が得られた。また、実施例14、15のように、突起部の下端部高さ(ノズル内管中心方向への高さ h)を“1 mm”としても、この高さが2 mm未満であって、かつ「突起部下端の角度 θ 」が“60° 以下”とすることで、突起部の直下に淀みが認められず、かつ良好な整流効果が得られることが判った。

これに対して、「突起部下端の角度 θ 」が“60° 以上”的比較例14～18の浸漬ノズルでは、いずれも、突起部の直下に淀みが認められ、良好な整流効果が得られなかった。

<産業上の利用可能性>

本発明の鋳造用ノズルを使用することによって、①：ノズルの溶鋼流通孔部内での偏流を解消し、②：吐出孔部での流速分布を均一化する(マイナス流の発生を防止する)ことで、モールドパウダーの吸い込みによる吐出孔部の溶損を防止し、③：モールド内の左右の偏流を解消し、④：更に突起間へのアルミナ付着を防止することで、ノズルの溶鋼流通孔部内に配設した突起の効果を持続させることができる。その結果、鋼の連続鋳造操業を容易に行うことができ、かつ、モールドパウダーを巻き込むようなことないので、高品質の鋼を容易に鋳造することができる。

請 求 の 範 囲

1. 鋳造用ノズルの溶鋼流通孔部に、溶鋼流通方向に対して平行および垂直のいずれの方向にも非連続であって、独立した複数の突起部及び／又は凹部を配設してなる鋳造用ノズルにおいて、前記突起部及び／又は凹部は、次の式(1)及び式(2)を満足する寸法からなることを特徴とする鋳造用ノズル。

$$\text{式(1)} \cdots \cdots \cdots H \geq 2 \quad (\text{単位: mm})$$

$$\text{式(2)} \cdots \cdots \cdots L > 2 \times H \quad (\text{単位: mm})$$

[上記式中の“H”は、突起部の最大高さ又は凹部の最大深さを示し、“L”は、突起部又は凹部のベース部の最大長さを示す。]

2. 前記突起部及び／又は凹部は、次の式(3)を満足する、請求の範囲第1項に記載の鋳造用ノズル。

$$\text{式(3)} \cdots \cdots \cdots L \leq \pi D / 3 \quad (\text{単位: mm})$$

[上記式中の“L”は、突起部又は凹部のベース部の最大長さを示し、“D”は、突起部又は凹部を配設する前のノズルの内径(直径)を示す。(π: 円周率)]

3. 前記突起部及び／又は凹部の配設されている範囲内の溶鋼流路内表面積が、該突起部及び／又は凹部の配設前における溶鋼流路内表面積に対して102～350%となるように配設されている、請求の範囲第1項または第2項に記載の鋳造用ノズル。

4. 前記突起部及び／又は凹部は、溶鋼流通方向に対する垂直方向で、少なくとも位置をずらして千鳥状に配設してなる部分を有する、請求の範囲第1項～第3項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

5. 前記突起部及び／又は凹部は、鋳造用ノズルの溶鋼流通孔部の全面または

一部に配設してなる、請求の範囲第1項～第4項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

6. 前記突起部及び／又は凹部は、鋳造用ノズルの少なくともメニスカス以下に配設してなる、請求の範囲第1項～第5項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

7. 溶鋼流通方向に対して平行な方向における前記突起部のベース間の間隔が少なくとも20mm以上である、請求の範囲第1項～第6項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

8. 前記突起部の高さが2～20mmである、請求の範囲第1項～第7項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

9. 前記突起部が溶鋼流通孔部に4ヶ以上配設されている、請求の範囲第1項～第8項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

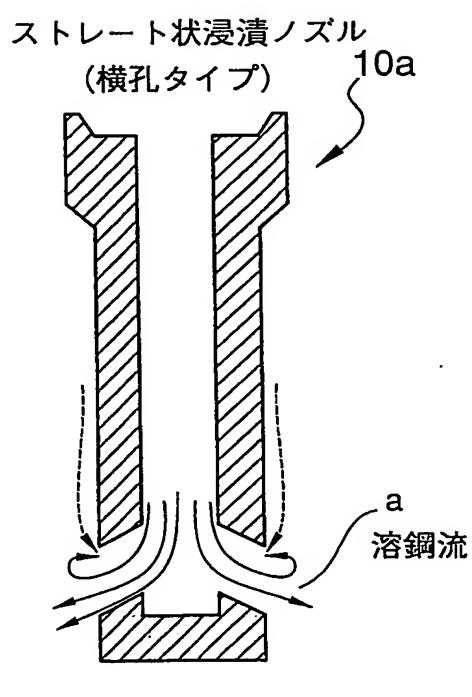
10. 溶鋼流通方向に対して平行な方向における“ノズル内管と前記突起部の下端部の成す角度”が60°以下である、請求の範囲第1項～第9項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

11. 前記突起部は、鋳造用ノズルの本体と一体成形されている、請求の範囲第1項～第10項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

12. 前記鋳造用ノズルは、鋼の連続鋳造用浸漬ノズルである、請求の範囲第1項～第11項のいずれか一項に記載の鋳造用ノズル。

図 1

(A)



(B)

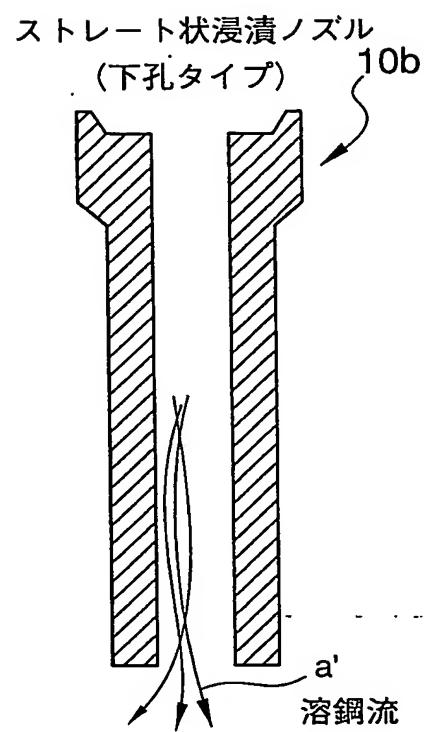


図2

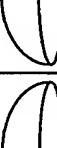
		実施例							
		1	2	3	4	5	6	7	8
内孔部の直径D(mm)	80	90	80	80	80	60	80	80	80
球状	球状	球状	球状	球状	円錐状	台形状	台形状	台形状	台形状
略形状図									
突起	—	—	—	—	—	—	—	—	—
最大高さH(mm)	8	10	2	5	10	5	15	15	10
ベース部の最大長さL(mm)	32	27	10	15	22	58	31	31	21
配設数(ヶ)	54	70	60	50	90	30	230	230	250
L/H	4.0	2.7	5.0	3.0	2.2	11.6	2.1	2.1	2.1
$\pi D/L$	7.9	10.5	25.1	16.7	11.4	3.2	8.1	8.1	12.0
表面積増加率(%)	116	114	102	106	115	119	345	345	240
水モデル	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
マイナス流(吸込み流の有無)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
突起の強度	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
実機	内管へのアルミナ付着(mm)	1	0	3	1	1	0	3	0
総合評価	◎	◎	○	○	◎	◎	○	○	◎

図 3

		比較例							
		1	2	3	4	5	6	7	8
内孔部の直径D(mm)	80	90	80	80	80	80	80	80	80
段差	ストレート	球状	円錐状	球状	球状	球状	球状	球状	球状
略形状図	なし	△	△	△	△	△	△	△	△
突起	○	○	○	○	○	○	○	○	○
最大高さH(mm)	5	—	10	5	1	5	2	12	—
ベース部の最大長さL(mm) (周長:251)	—	8	3	10	10	10	3	24	—
配設数(ヶ)	1	0	50	50	50	50	80	80	350
L/H	(50.2)	—	0.8	0.6	10.0	2.0	1.5	2.0	—
πD/L	1.0	—	31.4	83.7	25.1	25.1	83.7	10.5	—
表面積増加率(%)	97	100	115	103	102	104	101	364	—
水モデル	偏流の程度	中	大	なし	なし	大	小	中	小
マイナス流(吸引み流の有無)	有り	有り	なし	なし	有り	なし	あり	あり	あり
実機	突起の強度	OK	—	NG	NG	OK	NG	NG	OK
	内管へのアルミナ付着(mm)	8	12	6	6	10	5	6	7
	総合評価	x	x	x	x	x	x	x	x

図 4

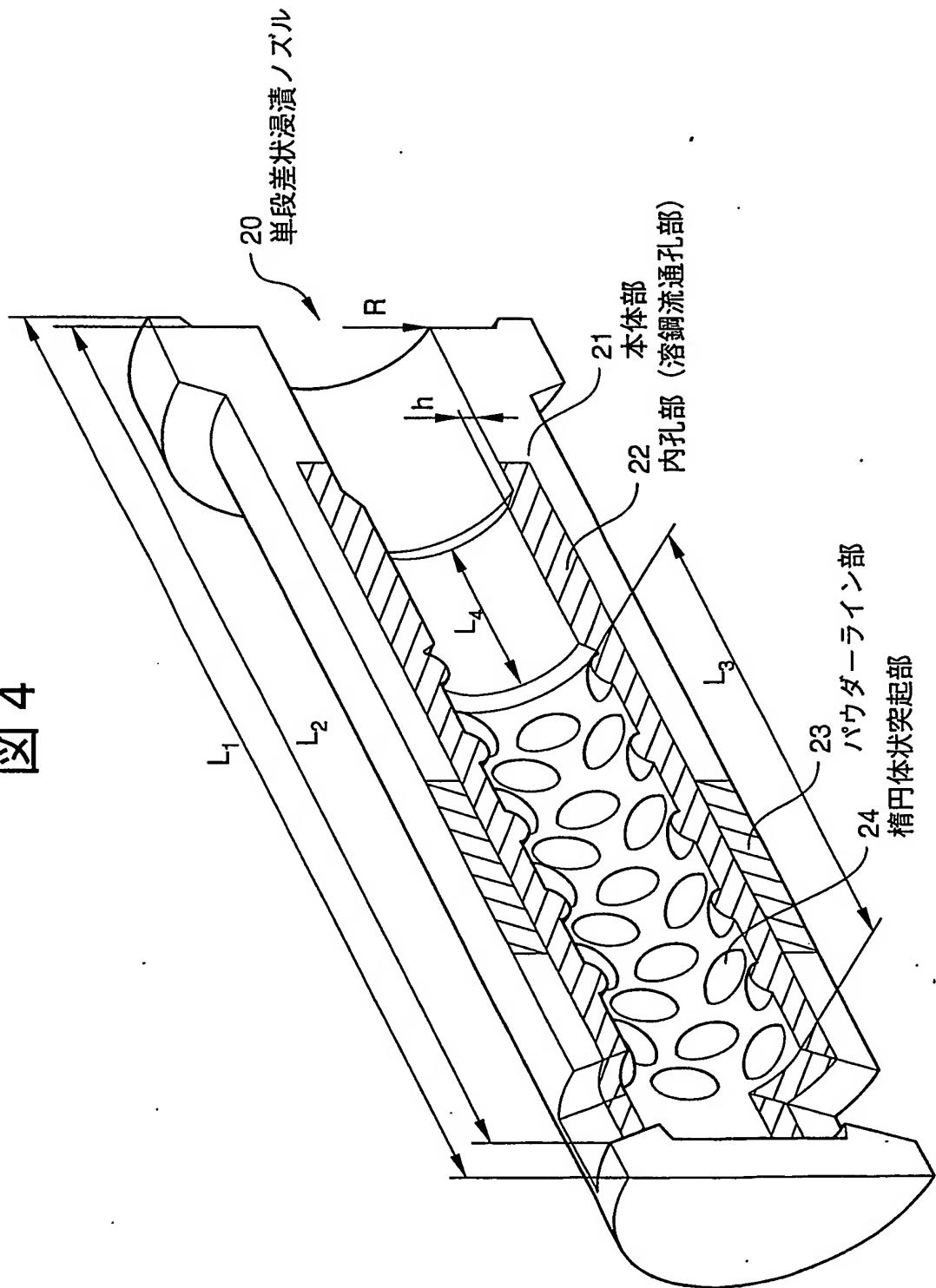


図 5

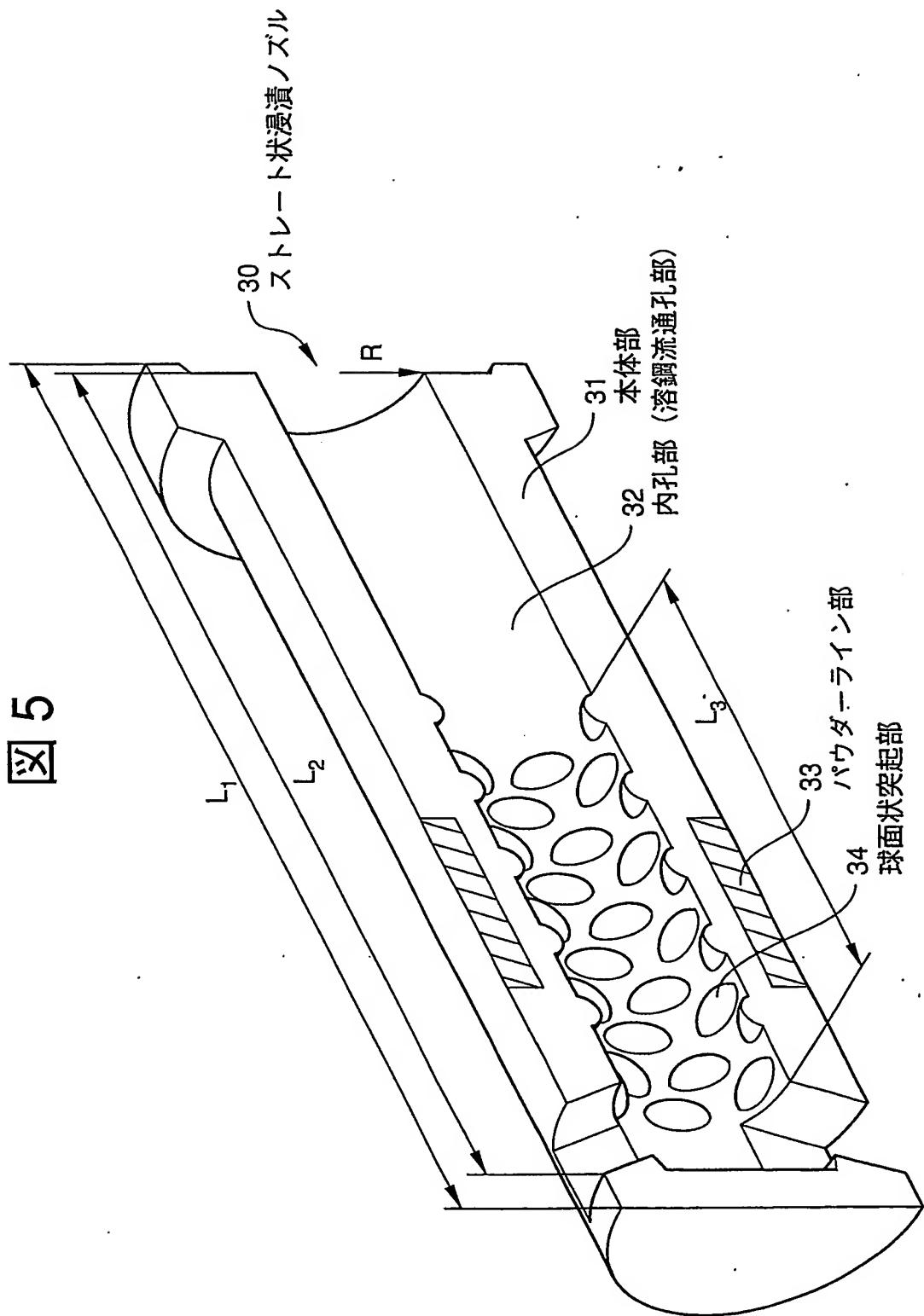


図 6

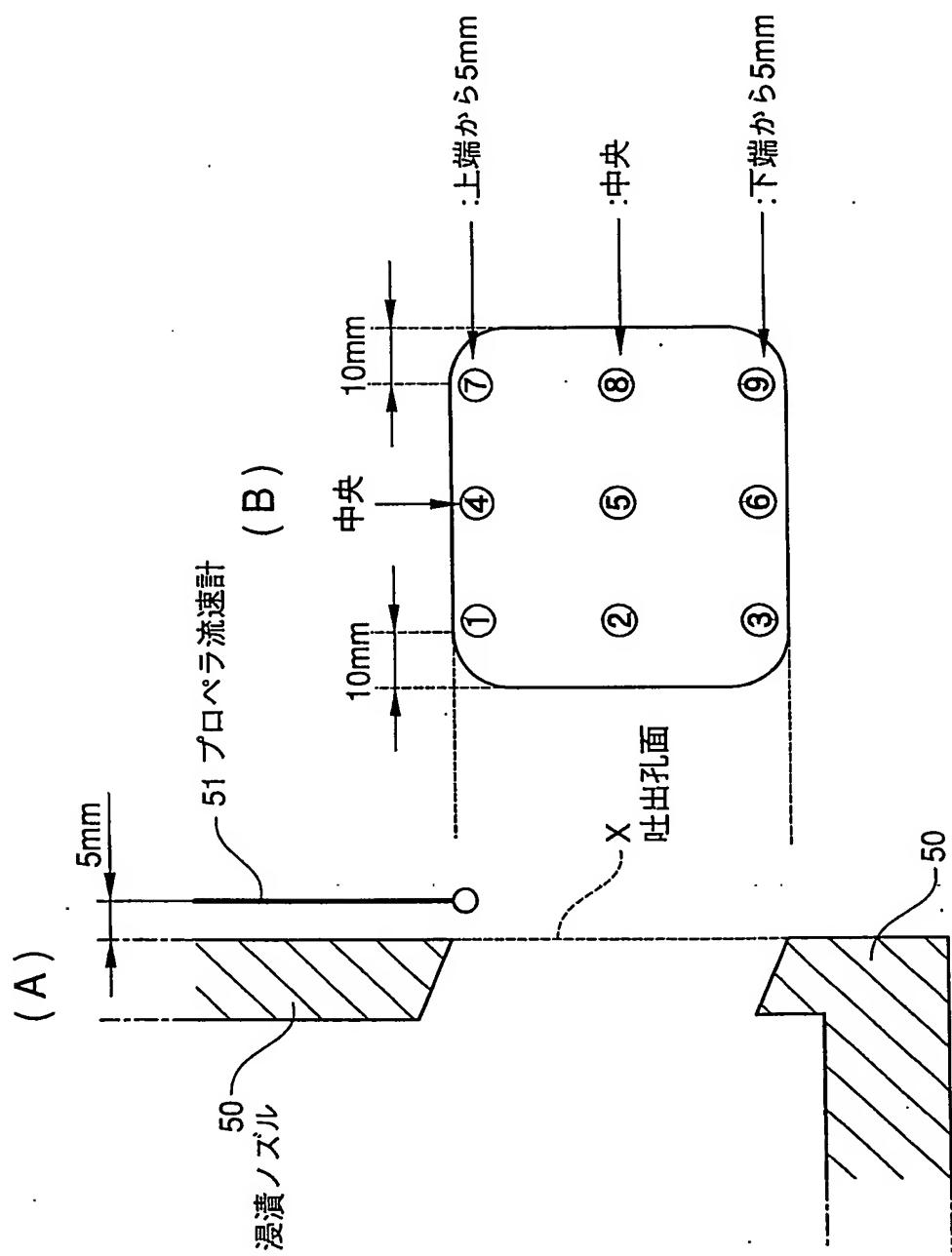


図 7

(A)

【比較例 1 の浸漬ノズル】

【スループット: 3steel T/min相当】

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	39	3	-1	8	49	51
中	13	16	8	41	11	3
下	-2	36	38	58	-9	9

(B)

【実施例 1 の浸漬ノズル】

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	3	13	18	23	20	12
中	18	16	18	25	26	27
下	41	43	2	25	36	22

【スループット: 5steel T/min相当】

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	88	22	-6	20	83	103
中	14	31	12	70	22	7
下	-18	60	68	96	-10	-1

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	41	27	16	24	39	55
中	11	21	36	39	32	22
下	15	77	41	62	52	12

【スループット: 7steel T/min相当】

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	102	40	0	22	97	106
中	27	27	32	78	38	21
下	6	95	75	98	19	10

	左側			右側		
	奥	中央	手前	手前	中央	奥
上	122	59	26	37	62	98
中	32	32	38	63	60	42
下	55	66	62	98	43	29

流速	手前	中央	奥
0>			
0~50			
50~100			
100<			

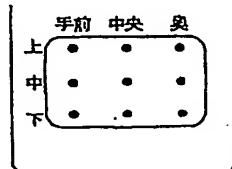


図 8

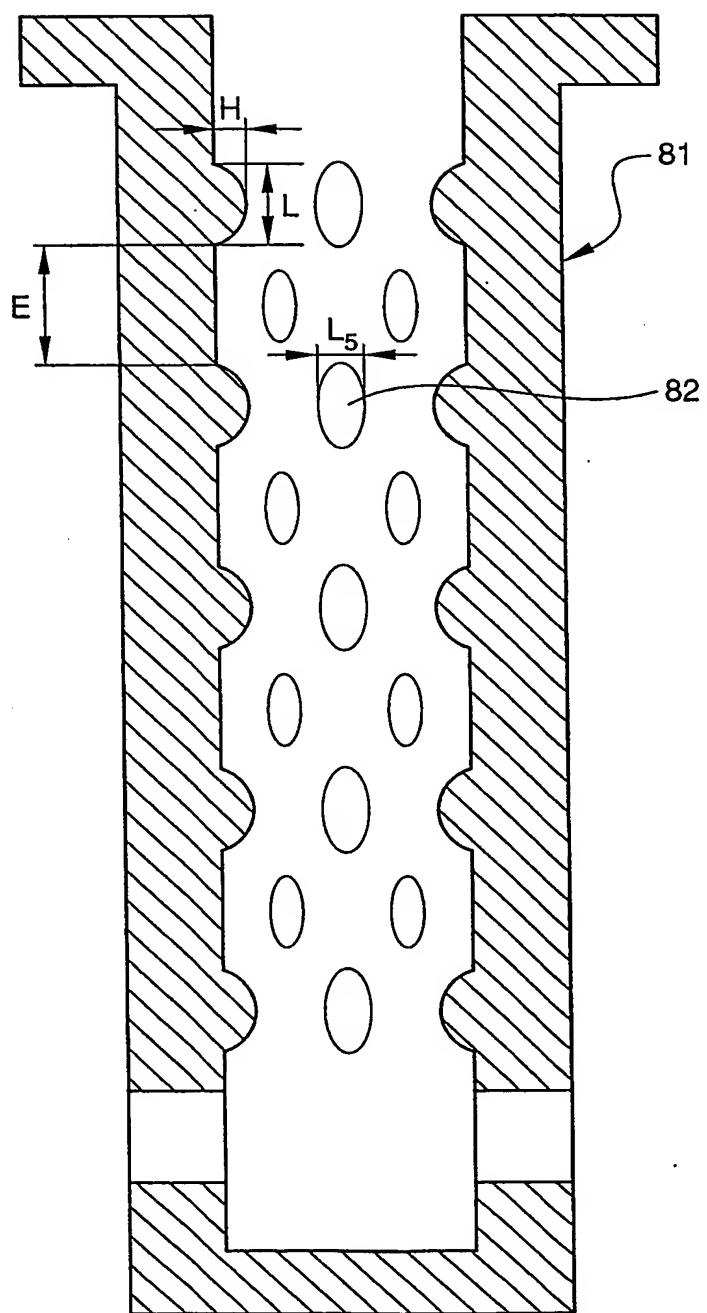


図 9

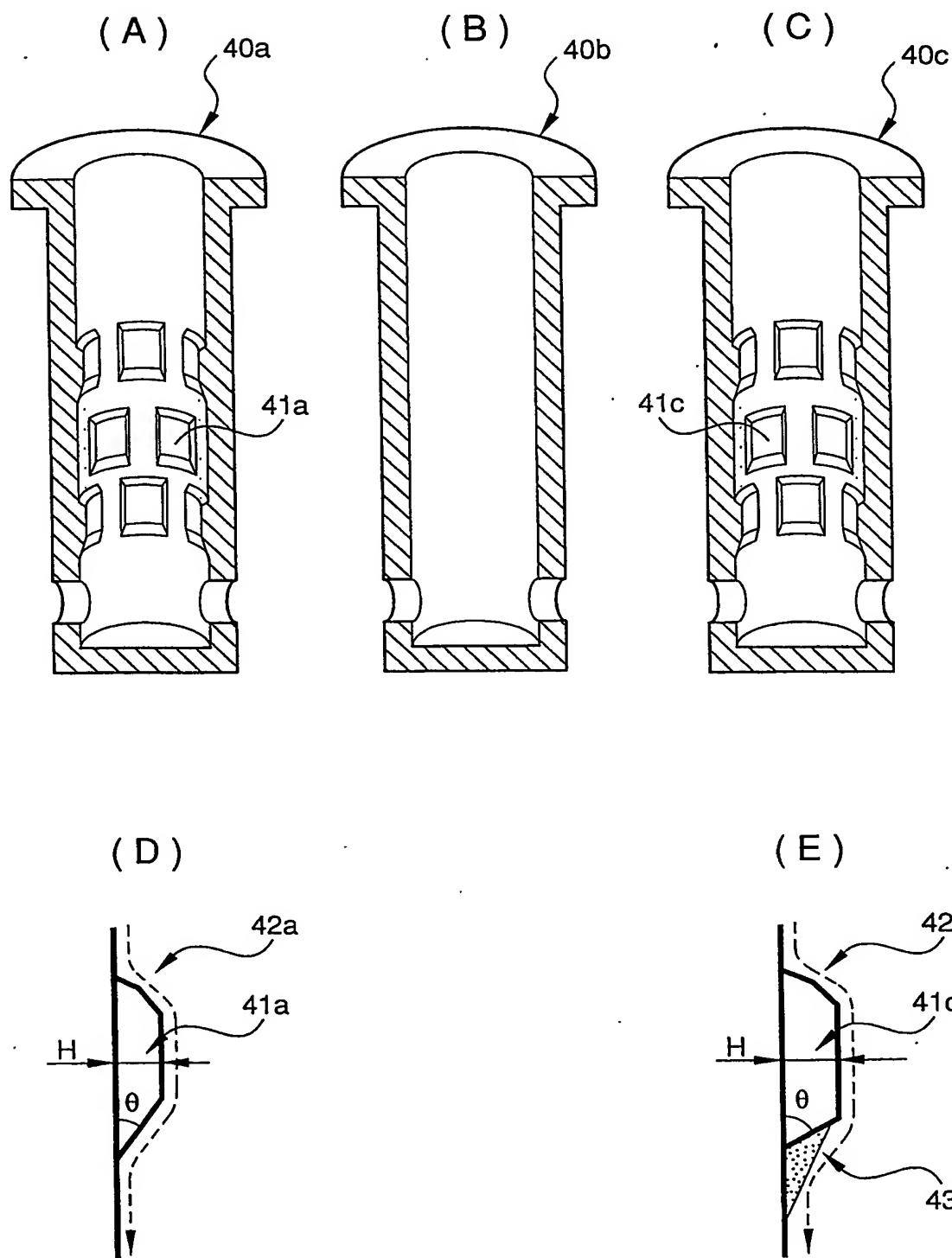


図 10

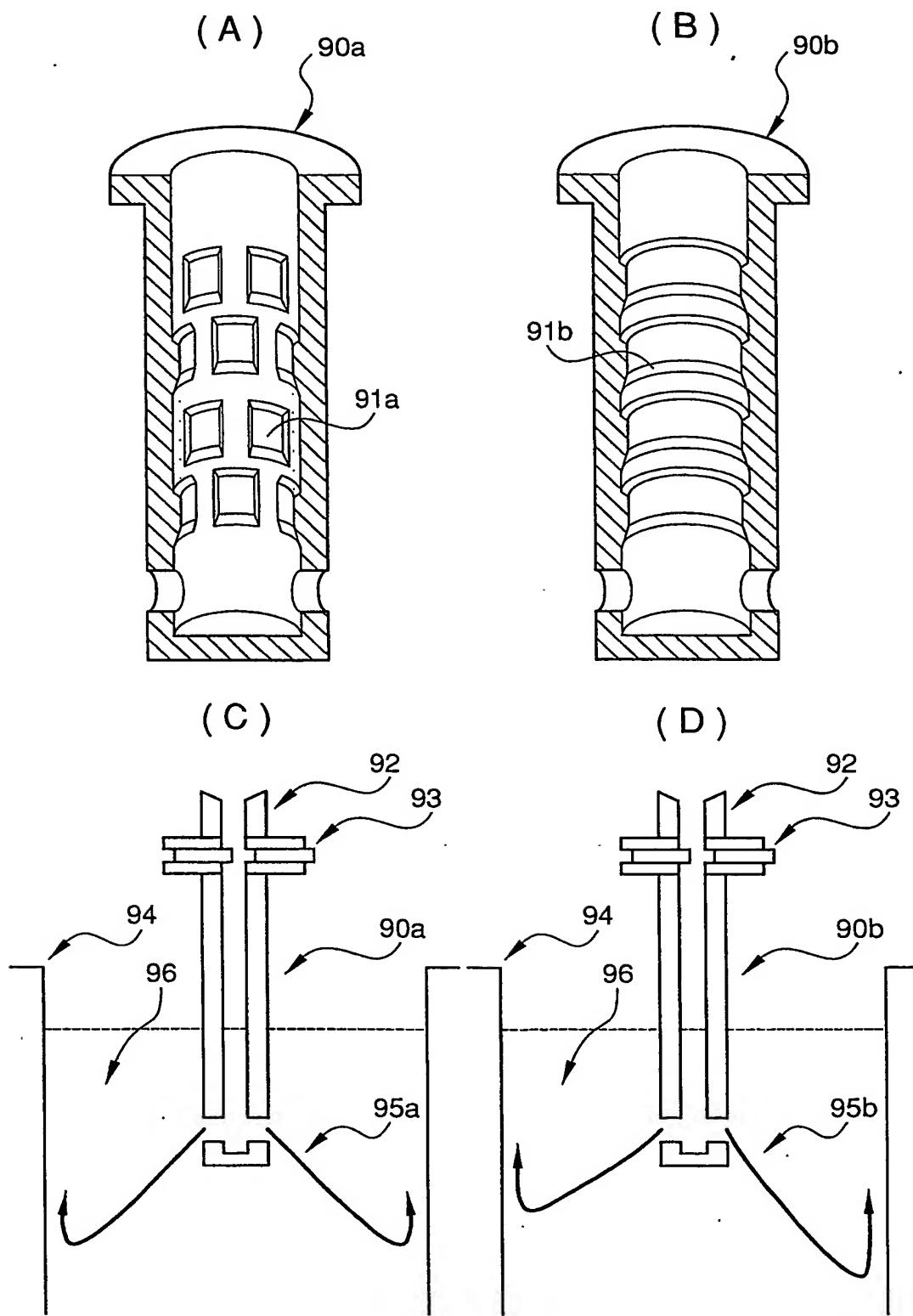


図 11

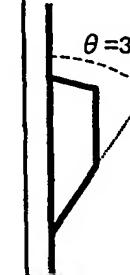
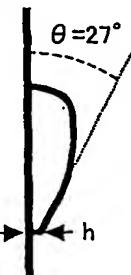
		実施例				
		12	13	14	15	16
突起部の断面形状						
突起直下の淀みの有無	無	無	無	無	無	無
整流効果	良	良	良	良	良	良
		比較例				
		14	15	16	17	18
突起部の断面形状						
突起直下の淀みの有無	有	有	有	有	有	有
整流効果	劣	劣	劣	劣	劣	劣

図 12

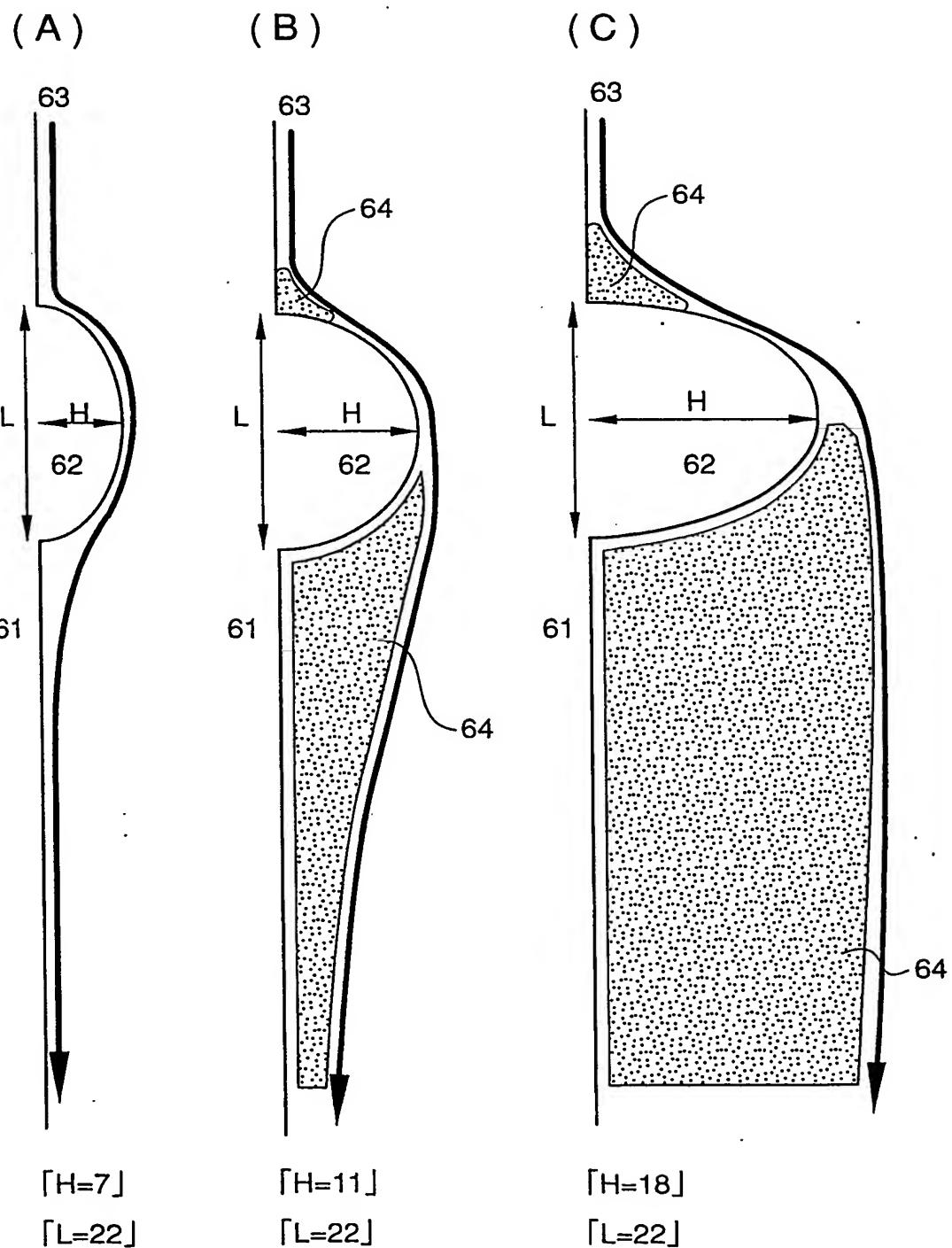
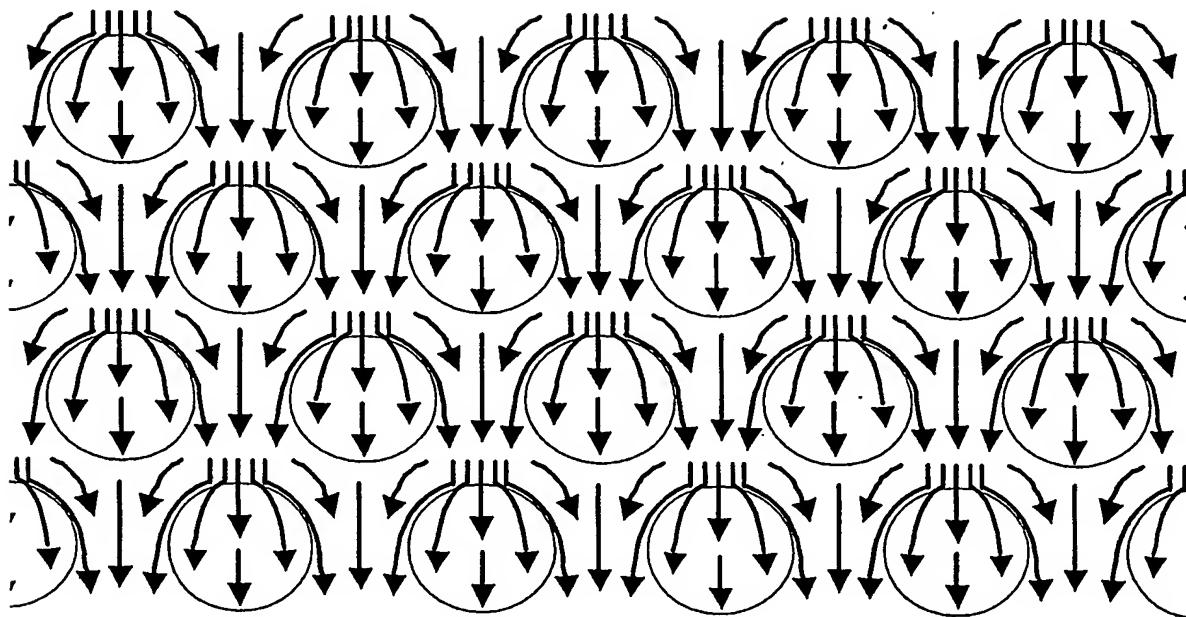


図 13

(A)



(B)

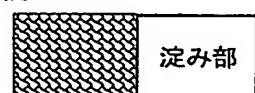
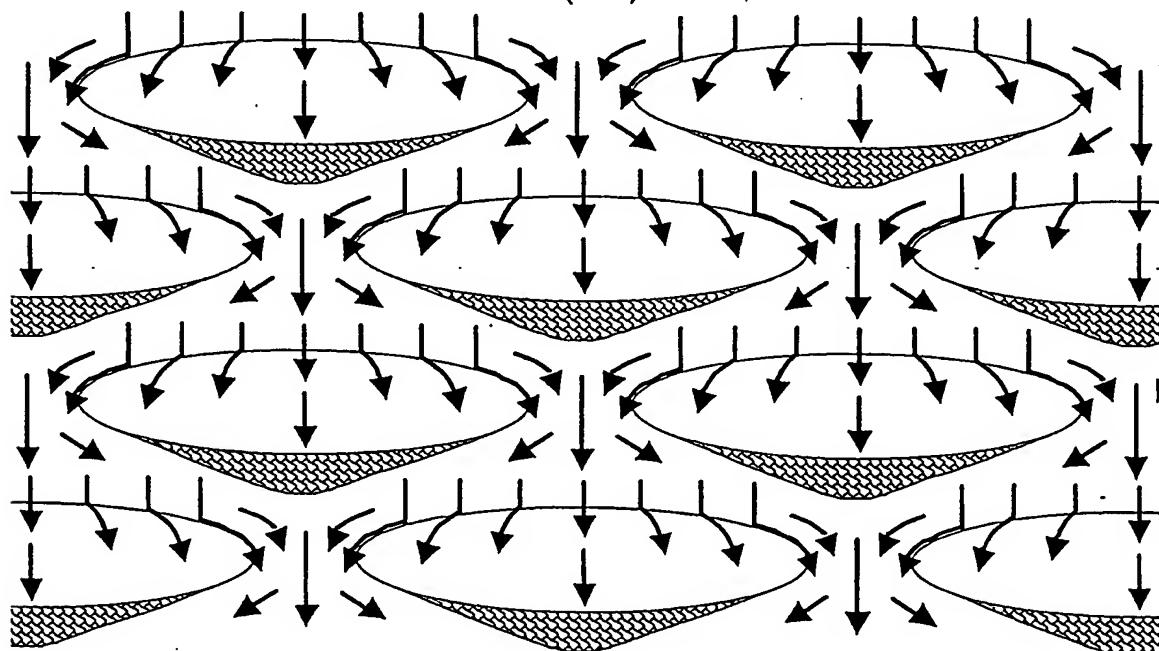


図 14

